

FORMATION OF THREE-DIMENSIONAL SHAPE

Publication number: JP5024119 (A)

Publication date: 1993-02-02

Inventor(s): UCHINONO YOSHIYUKI; NAKAMURA YOSHIMITSU; AZUMA YOSHIKAZU +

Applicant(s): MATSUSHITA ELECTRIC WORKS LTD +

Classification:

- international: B29C35/08; B29C67/00; G03F7/20; B29K105/24; B29C35/08; B29C67/00; G03F7/20; (IPC1-7): B29C35/08; B29C67/00; B29K105/24; G03F7/20

- European:

Application number: JP19910186667 19910725

Priority number(s): JP19910186667 19910725

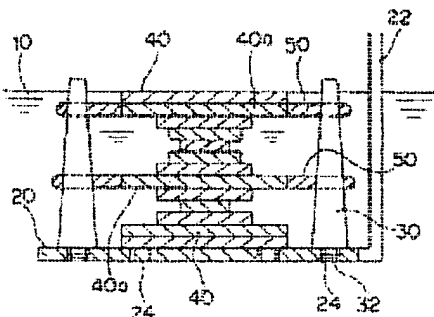
Also published as:

JP2957763 (B2)

Abstract of JP 5024119 (A)

PURPOSE: To reduce an increase in working labor or a working time and to certainly and strongly support photo-set layers by horizontally supporting a photo-set layers by the horizontal support arms formed by irradiating a photo-setting resin with light between the supports provided around the forming position of a three-dimensional shape and the photo-set layers forming the three-dimensional shape.

CONSTITUTION: Supports 30 are erected around the forming position of a three-dimensional shape, that is, around the range forming photo-set layers 40a by irradiating the thin layer of a photo-setting resin solution 10 with light. When the supports 30 are provided to the places nearer to the photo-set layer 40a constituting the three-dimensional shape, a horizontal support arm 50 can be shortly formed and the photo-set layer 40a can be well supported. The horizontal support arm 50 is formed by irradiating the photo-setting resin with light at least between the photo-set layer 40a for forming the three-dimensional shape and the supports 30 to connect the photo-set layer 40a and the supports 30.



Data supplied from the *espacenet* database — Worldwide

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-24119

(43)公開日 平成5年(1993)2月2日

(51)Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 2 9 C 67/00		8115-4F		
G 0 3 F 7/20		7818-2H		
// B 2 9 C 35/08		9156-4F		
B 2 9 K 105:24				

審査請求 未請求 請求項の数1(全 7 頁)

(21)出願番号 特願平3-186667

(22)出願日 平成3年(1991)7月25日

(71)出願人 000005832

松下電工株式会社

大阪府門真市大字門真1048番地

(72)発明者 内野々 良幸

大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株式会社内

(72)発明者 中村 良光

大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株式会社内

(72)発明者 東 喜万

大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株式会社内

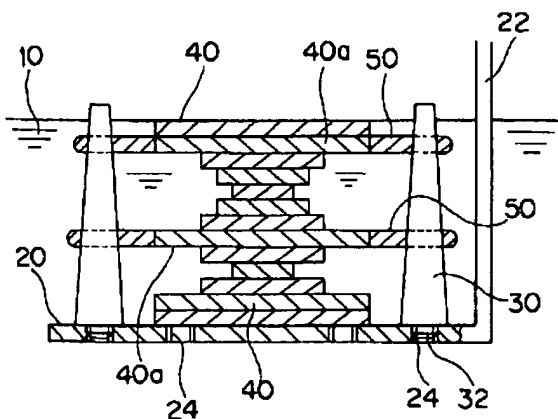
(74)代理人 弁理士 松本 武彦

(54)【発明の名称】 三次元形状の形成方法

(57)【要約】

【目的】 光硬化性樹脂に光を照射して光硬化層を形成し、この光硬化層を複数層積み重ねて、所望の三次元形状を形成する方法で、光硬化層を支持しておく場合に、作業時間を増大させることなく、しかも、複雑な設計を行わなくても、簡単かつ能率的に光硬化層の支持構造が形成でき、その結果、形状精度に優れ、変形の少ない、高品質の成形品を能率良く得ることのできる方法を提供する。

【構成】 三次元形状の形成位置の周辺に支柱30を立設しておき、三次元形状を構成する光硬化層40aと前記支柱30の間で光硬化性樹脂10に光を照射して、光硬化層40aと支柱30をつなぐ光硬化層からなる水平支持腕50を形成し、この水平支持腕50を介して三次元形状形成用の光硬化層40aを支柱30に水平支持させる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 光硬化性樹脂に光を照射して光硬化層を形成し、この光硬化層を複数層積み重ねて、所望の三次元形状を形成する方法において、三次元形状の形成位置の周辺に支柱を立設しておき、三次元形状を構成する光硬化層と前記支柱の間の光硬化性樹脂に光を照射して、前記三次元形状形成用の光硬化層と支柱をつなぐ光硬化層からなる水平支持腕を形成し、この水平支持腕を介して三次元形状形成用の光硬化層を支柱に水平支持させることを特徴とする三次元形状の形成方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は、三次元形状の形成方法に関し、詳しくは、光の照射によって硬化する光硬化性樹脂を用いて、立体的な三次元形状を有する物品を成形製造する方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 光硬化性樹脂を用いて三次元形状を形成する方法は、複雑な三次元形状を、成型型や特別な加工工具等を用いることなく、簡単かつ正確に形成することができる方法として、各種の製品モデルや立体模型の製造等に利用することが考えられており、具体的には、例えば、特開昭62-35966号公報等に開示された方法が知られている。

【0003】 三次元形状を形成する際には、光硬化性樹脂の薄層を光硬化させて、所定の平面形状を備えた1層の光硬化層を形成し、このような光硬化層を複数層積み重ねて、立体的な三次元形状を構成する。したがって、光硬化層は順番に下の光硬化層に支持された状態で積み重ねられていく。ピラミッド構造のように、上に積み重ねる光硬化層の外形が、常に、下の光硬化層と同じ大きさであるか小さければ、光硬化層を安定して積み重ねることができるが、上に積み重ねる光硬化層の外形が下の光硬化層よりも大きくなる場合には、光硬化層の積み重ねが不安定になり、上方の光硬化層が変形したり三次元形状が崩れてしまうという問題が生じる。特に、光硬化性樹脂が光硬化する際には収縮や反りを起こす可能性があり、三次元形状の外形から大きく張り出した部分の光硬化層は、前記のような反りや収縮が起こし易くなる。さらに、光硬化層を積み重ねて形成する際に、積み重ねた光硬化層もしくは成形品を、光硬化性樹脂液の液中で上下動させる場合があるが、このような場合、樹脂液の流動抵抗によって光硬化層が変形させられる可能性が高い。

【0004】 そこで、下方の光硬化層よりも大きな光硬化層を上方に積み重ねる必要がある、複雑な形状部分や不安定な形状部分を備えた三次元形状の成形品を製造する場合には、光硬化層を積み重ねる基台に支柱を設けておき、この支柱で上方の光硬化層を支持させる方法（特開平2-52725号公報）や、下層の広い光硬化層の上で、

三次元形状を構成する光硬化層とは別の位置に、三次元形状を構成する光硬化層の形成と同時に支持用の光硬化層を形成し、この支持用の光硬化層を順次積み重ねて垂直柱状の補強用形状保持部を設け、この保持部で上方の光硬化層の張り出し部分を支持する方法（特開平2-22035号公報）等が提案されている。

【0005】 図11は、上記のような従来技術の具体例を示している。(a)に示すように、光硬化性樹脂液1の液面から少し下に昇降自在な基台2を沈め、液面にレーザー光を照射して、三次元形状を構成するための所定形状の光硬化層3を形成する。このとき、光硬化層3の外側で少し離れた位置にもレーザー光を照射して、支柱用の光硬化層4を形成しておく。基台2を段階的に液中に沈めるとともに、順次光硬化層3を形成し積み重ねていくが、これと同時に、支柱用の光硬化層4も順次積み重ねていくようにする。(b)に示すように、下方の光硬化層3よりも大きく外側に張り出して形成された光硬化層3aを形成する際に、この光硬化層3aの下面を、前記光硬化層4が積み重ねられて形成された垂直な支柱の上端で支持すれば、光硬化層3aが変形したり崩れたりし難いというものである。(c)に示すように、三次元形状の全体形状によって、下方から支持する必要のある光硬化層3aの下面を、下方から順次積み重ねられた光硬化層4からなる垂直な支柱で支持するようになっている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 ところが、上記した従来技術では、三次元形状を構成する各層の光硬化層を形成する毎に、その光硬化層の外側に支持用の光硬化層を形成する必要があり、各層毎の光の照射時間すなわち作業時間が長くなり、全体の作業能率を低下させるという問題がある。

【0007】 また、三次元形状の構造に合わせて、上方の光硬化層を適切な位置で支持できたり、三次元形状の形成に邪魔にならないようにしたりすることを考慮しながら、下層から順番に支持用の光硬化層を適切な位置および形状で積み重ねて形成する必要があり、支持用の光硬化層の形成位置や構造の設計が非常に難しく、コンピュータ等を用いて複雑な計算を行わなければ適切な支持は行い難いという問題があり、三次元形状の形状変更の度に、上記のような複雑な計算もしくは設計のやり直しが必要になる。しかも、三次元形状の構造が複雑になると、下層から順番に積み重ねた支持用の光硬化層からなる垂直な支柱だけでは支持が困難な場合も生じる。

【0008】 そこで、この発明の課題は、前記のような三次元形状の形成方法において、光硬化層の支持が必要な場合に、光硬化層すなわち三次元形状を形成するための作業時間を増大させることなく、しかも、複雑な支持構造の設計を行わなくても、簡単かつ能率的に光硬化層の支持構造が形成でき、その結果、形状精度に優れ、変形の少ない、高品質の成形品を作業能率良く得ることの

3

できる方法を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するこの発明にかかる三次元形状の形成方法は、光硬化性樹脂に光を照射して光硬化層を形成し、この光硬化層を複数層積み重ねて、所望の三次元形状を形成する方法において、三次元形状の形成位置の周辺に支柱を立てておき、三次元形状を構成する光硬化層と前記支柱の間の光硬化性樹脂に光を照射して、前記三次元形状形成用の光硬化層と支柱をつなぐ光硬化層からなる水平支持腕を形成し、この水平支持腕を介して三次元形状形成用の光硬化層を支柱に水平支持させる。

【0010】この発明の方法では、基本的には、通常的光硬化性樹脂を用いた三次元形状の形成方法と同様の作業工程、使用材料および装置が適用できる。具体的には、例えば、光硬化性樹脂液の薄層に、所定のパターンにしたがってレーザ光等の光を照射し、光が照射された部分に一定厚みの光硬化層を形成する。光硬化層の上に新たな光硬化性樹脂液を供給して光硬化性樹脂液の薄層を形成したり、光硬化層を樹脂液に沈めて光硬化層の上を樹脂液の薄層で覆ったりした後、前記同様に光を照射して、光硬化層の上に新たな光硬化層を形成する。このような工程を繰り返すことにより、複数層の光硬化層を順次積み重ねて所望の三次元形状を有する成形品を製造する。

【0011】この発明では、三次元形状の形成位置の周辺、すなわち、光硬化性樹脂液の薄層に光を照射して光硬化層を形成する範囲の周辺に、支柱を立てしておく。三次元形状の形成位置の周辺とは、三次元形状の外形よりも外側であってもよいし、三次元形状が中央などに空洞を有するもの場合には三次元形状の内側の前記空洞内であってもよく、少なくとも、三次元形状を構成する光硬化層の形成の邪魔にならない位置であればよい。支柱が、三次元形状を構成する光硬化層に近い場所に設けられているほど、後述する水平支持腕が短くて済み、光硬化層の支持も良好に行える。支柱の数および配置間隔などは、支柱で支持する光硬化層の形状に合わせて自由に設定される。支柱の材料は、合成樹脂、金属、セラミックその他の任意の構造材料が使用でき、光硬化層が変形したり崩れたりしない程度に支持しておける剛性あるいは機械的強度を有するものであればよい。支柱の構造は、円柱、多角柱、その他の任意の柱状が採用できる。特に、支柱が下方から上方にかけて細くなるテーパ状をなしていれば、照射された光を支柱で遮ることが少なく、支柱に近接する位置の光硬化性樹脂まで良好に光硬化化させることができる。支柱を透明な材料で形成しておくこともできる。

【0012】支柱の取付構造は、三次元形状の形成装置の構造に合わせて設定される。三次元形状の形成を、光硬化性樹脂液を溜める貯液槽の固定された底面で行うの

4

であれば、この固定底面に支柱を取付固定しておけばよく、三次元形状の形成を、貯液槽に沈めた昇降台の上で行うのであれば、この昇降台に支柱を固定しておけばよい。これらの取付面に対して支柱を着脱自在に設けておけば、形成する三次元形状の構造に合わせて、適切な位置に支柱を取り付けることができる。また、取付面に対して、支柱が水平方向に移動可能になっていれば、支柱の位置調整が行い易い。具体的には、例えば、取付面全体に等間隔で多数のねじ孔を設け、支柱の下端には前記ねじ孔にねじ込み固定できる取付ねじを設けておけば、支柱の取付位置を自由に変更できる。また、取付面に縦横に格子状の凹溝を形成しておき、支柱の下端には前記格子状凹溝に嵌まる嵌合部を設けておけば、支柱を縦横の任意の位置に移動させることができる。

【0013】上記のような支柱が配置された状態で、前記したような通常の三次元形状の形成方法と同様にして、光硬化層の形成および積み重ねが行われる。上方の光硬化層の外形が下方の光硬化層と同じ大きさであるか小さい状態であれば、特別な支持手段を講じなくても問題はない。また、下方の光硬化層の外周から上方の光硬化層が張り出している、その張り出し量が少なければ、やはり支持手段は必ずしも必要ない。しかし、上方の光硬化層が、下方の光硬化層の外周よりも大きく外側に張り出して、そのままでは、上方の光硬化層が垂れ下がったり、変形したり、崩れたり、あるいは、強度的に弱くなる可能性がある個所では、その部分の光硬化層を水平支持腕を介して支柱に水平支持させる。

【0014】水平支持腕は、少なくとも前記三次元形状形成用の光硬化層と支柱との間で光硬化性樹脂に光を照射して、腕状あるいは横木状の光硬化層を形成して、前記光硬化層と支柱とをつなぐ水平支持腕を形成すればよい。予め、光硬化性樹脂液の薄層を、光硬化層の形成範囲から支柱の位置まで形成するようにしておけば、光硬化層と支柱の間に光硬化性樹脂を確実に存在させることができる。水平支持腕となる光硬化層の形成は、三次元形状形成用の光硬化層の形成と同じ工程で連続して光を照射すればよい。但し、水平支持腕となる光硬化層の形成段階では、三次元形状形成用の光硬化層の形成段階と、光の強さや焦点位置の深さなどの照射条件を変えてもよい。例えば、水平支持腕となる光硬化層の厚みを、支持強度を十分に発揮できる程度で、三次元形状形成用の光硬化層の厚みよりも薄くしておくことができる。水平支持腕の厚みが薄ければ、三次元形状の成形品を得られた後で、水平支持腕と成形品の連結箇所を折ったりして水平支持腕を取り除く作業が行い易くなる。水平支持腕の平面形状は、三次元形状形成用の光硬化層を支柱に確実に支持しておける形状であれば、任意の形状でよい。例えば、水平支持腕の端部に、支柱の周囲を取り囲む環状部を備えていれば、水平支持腕が支柱に確実に支持固定される。三次元形状形成用の光硬化層と水平支持

10

20

30

40

50

5

腕との連結部分が、他の部分よりも細いくびれ部になっていると、前記同様に、三次元形状の成形品から水平支持腕を取り除く作業が行い易い。

【0015】

【作用】光硬化層を複数層積み重ねて三次元形状を形成する際に、支持すべき光硬化層を形成する段階で、この光硬化層と支柱の間の光硬化性樹脂を光硬化させて、光硬化層と支柱をつなぐ水平支持腕を形成すれば、強固な構造体である支柱に水平支持腕を介して光硬化層を確実に支持することができ、光硬化層の変形や崩れを防ぐことができる。特に、水平支持腕は、光硬化層の外縁と支柱の間のわずかな距離をつなぐだけでよいので、水平支持腕自体の変形は問題にならず、光硬化層の直ぐ側に存在する支柱により、光硬化層の反りや収縮も確実に抑えることができる。

【0016】水平支持腕は、光硬化層の外縁と支柱の間を平面的につなぐだけでよいので、水平支持腕の形状や水平支持腕を形成するための光の照射パターンの設計は、比較的単純な平面的パターンの設計のみでよい。また、三次元形状がどんなに複雑な構造であっても、光硬化層の外縁と支柱の間には必ず空間が存在するので、水平支持腕が形成できないことはあり得ない。したがって、前記した従来技術の、支持用の光硬化層を垂直方向に順次積み重ねて垂直な支柱を形成する方法のように、上下の他の光硬化層との干渉や、荷重の支持方向を考慮するなどの複雑な三次元的な支持手段の設計が必要なくなる。その結果、三次元形状の構造変更にも簡単に対応することができるようになる。

【0017】さらに、水平支持腕は、支持すべき光硬化層を形成する段階で、光の照射時間が少し増える程度のわずかな手間をかけるだけで形成することができ、支持する必要のない光硬化層を形成する段階では、何ら余分な作業がいらぬ。従来の方法では、各層の光硬化層を形成する度に、垂直な支柱の一部となる支持用の光硬化層を形成しなければならなかったのであるから、前記この発明の方法により作業の手間および作業時間を大幅に短縮できることになる。また、この発明の方法では、水平支持腕は、成形品を製造する度に新たに形成する必要があるが、支柱は何度でも繰り返し使用することができるので、従来の方法のように、垂直な支柱の全てを作り変えるのに比べて、はるかに材料の無駄が少なく経済的でもある。

【0018】

【実施例】ついで、この発明の実施例を、図面を参照しながら以下に詳しく説明する。図1は、この発明の方法の実施状態を示しており、貯液槽などに溜められた光硬化性樹脂液10に、液中を上下動する水平板状の昇降台20が沈められている。昇降台20からは作動腕22が液面上方まで延びており、作動腕22を各種の作動機構で上下動させて、昇降台20を光硬化性樹脂液10中で

6

任意の深さに沈めたり、昇降台20を液面上まで持ち上げたりできるようになっている。

【0019】図2にも示すように、昇降台20には、縦横に一定の間隔をおいて、多数のねじ孔24が形成されている。このねじ孔24に、支柱30の下端に設けられた取付ねじ32がねじ込まれており、支柱30が昇降台20の上に垂直に立てられた状態で取付固定されている。支柱30は、平面円形で、上端が細く下端に近いほど太くなったテーパ状に形成され、全体が細長い円錐形をなしている。図2に示すように、支柱30は、三次元形状の形成位置を囲んで四方それぞれに合計4本設けられている。

【0020】上記のような成形装置を用いて、三次元形状の形成を行う。図3に示すように、昇降台20を光硬化性樹脂液10の液面近くに沈めた状態で、液面にレーザ光60を所定のパターンで照射すれば、液面と昇降台20の間で光硬化性樹脂液10の薄層が光硬化して光硬化層40が形成される。昇降台20を段階的に液中に沈めるとともに、各段階毎にレーザ光60のパターン照射を行えば、昇降台20の上に複数層の光硬化層40が積み重ねられて形成され、所望の三次元形状を有する成形品が得られることになる。

【0021】そして、上下に光硬化層40を積み重ねる際に、上に形成する光硬化層40が下の光硬化層40の外形よりも大きく張り出した形になり、そのままでは光硬化層40が変形したり崩れたりする心配のある箇所、例えば、図4の光硬化層40aでは、光硬化層40aの外縁から支柱30にかけて、水平支持腕50を形成する。すなわち、三次元形状を構成するための光硬化層40aを形成する際に、この光硬化層40aの外側にもレーザ光を照射して、この部分の光硬化性樹脂液10を光硬化させて、水平支持腕50を形成するのである。図4では、説明を判り易くするために、光硬化層40aと水平支持腕50が別の部材として図示されているが、実際には、同じ光硬化性樹脂液10を連続的に光硬化させているので、一体的につながっている。図2に示すように、水平支持腕50の平面形状は、光硬化層40aにつながる部分が細い腕状をなしているとともに、支柱30の周囲を囲む環状部54が形成されており、この環状部54で水平支持腕50が支柱30に確実に固定されるようになっている。また、図7に示すように、水平支持腕50と光硬化層40aの連結個所に、他の部分よりも細いくびれ部52を設けておけば、成形品から水平支持腕50を取り除く際に、くびれ部52で簡単に折り取ることができる。

【0022】図5に示すように、水平支持腕50が形成された光硬化層40aの上には、さらに、順次光硬化層40が形成されていく。また、図1に示すように、下の光硬化層40よりも外側に張り出す光硬化層40aが複数個所にある場合には、それぞれの光硬化層40aに水

平支持腕50を形成して、支柱30に支持させるようにすればよい。

【0023】上記のような工程を経て、所望の三次元形状を有する成形品が得られた後、光硬化層40aと水平支持腕50の連結部分を切り離せば、成形品のみを取り出すことができる。上記実施例では、円錐形の支柱30を用いたが、このことの利点について説明する。図8の(b)に示すように、支柱30が真っ直ぐな円柱形であると、レーザ光60を支柱30の側に照射したときに、レーザ光60の一部が支柱30で遮られることになり、レーザ光60の利用効率が悪い。そのため、支柱30に隣接する個所の水平支持腕50は、硬化度が弱くなってしまう、水平支持腕50による光硬化層40aの支持性能も低下してしまうことになる。これは、レーザ光60は、光硬化性樹脂液10の液面近くで焦点を結ぶようにレンズ等で絞った状態で照射されるので、液面から上方に向かって広がる逆円錐状のビーム形状を有している。そのため、真っ直ぐな円柱形の支柱30の隣接個所に光を照射しようとする、どうしても逆円錐状をなすレーザ光60のビーム形状と支柱30が干渉するのである。

【0024】しかし、図8の(a)に示すように、円錐形の支柱30であれば、レーザ光60の逆円錐状をなすビーム形状と干渉することがなく、レーザ光60を有効に利用できる。その結果、水平支持腕50全体の硬化度を良好にして、水平支持腕50による光硬化層40aの支持を確実に行うことができる。上記のような作用から判るように、支柱30のテーパすなわち側面の傾斜度は、レーザ光60のビーム形状のテーパよりも大きな傾斜度であることが望ましい。

【0025】つぎに、図6に示す実施例では、水平支持腕50の厚みtを、光硬化層40aの厚みTよりも薄く形成している。このように水平支持腕50が細いと、三次元形状の成形品を製造した後、水平支持腕50を取り除く際に、水平支持腕50と光硬化層40aの連結個所で、水平支持腕50を折り取ったり切り取ったりするのが容易になる。また、水平支持腕50を分離した後の切口も目立たなくなる。但し、この場合でも、水平支持腕50の厚みtは、光硬化層40aを支持できる程度の厚みは必要である。水平支持腕50の厚みtを光硬化層40aの厚みよりも薄く形成するには、レーザ光60の強度を弱くしたり、焦点位置を上方に移動させたりすればよい。

【0026】図9および図10には、支柱30の取付構造が異なる実施例を示している。この実施例では、昇降台20の上面に、縦横に一定間隔毎に形成された断面角形の格子状凹溝26を備えている。そして、支柱30の下端には、上記格子状凹溝26に嵌まり込む角形の嵌合部36を設けている。このようにしておけば、支柱30の嵌合部36を格子状凹溝26に沿って移動させて位置調整を行ったり、支柱30を格子状凹溝26の任意の位

置に嵌め込んだりして取付固定することができる。その結果、三次元形状の構造すなわち光硬化層40の外形状に合わせて、最も適切な位置に支柱30を配置することが可能になる。

【0027】

【発明の効果】以上に述べた、この発明にかかる三次元形状の形成方法によれば、三次元形状の形成位置の周辺に立設された支柱と、三次元形状を形成する光硬化層との間で光硬化性樹脂に光を照射して形成された水平支持腕で前記光硬化層を支柱に水平支持させるので、光硬化層の支持手段を設けたことによる作業の手間や作業時間の増大が少なく、しかも、確実強固に光硬化層を支持しておくことができる。

【0028】また、光硬化層の支持手段の設計が、水平支持腕の平面的な配置のみで済むので、光硬化層を積み重ねて構成する垂直な支柱の複雑な三次元的設計を必要とする従来技術に比べて、はるかに設計が容易で、このような設計に要する作業時間あるいはコストを削減することができる。その結果、三次元形状の構造変更などがあっても、簡単に設計変更を行って対応することが可能になる。しかも、三次元形状がどんなに複雑な構造であっても、水平支持腕による光硬化層の支持は可能であり、従来の方法では支持が不可能な複雑な三次元形状にも容易に対応することができる。

【0029】さらに、三次元形状を形成する過程で、積み重ねて形成された光硬化層を光硬化性樹脂液中で上下に動かしたりして光硬化層に外力が加わっても、前記したように、水平支持腕を介して支柱に確実強固に支持された光硬化層であれば、変形する心配がなくなる。したがって、この発明の方法によれば、上記のように積み重ねられた光硬化層に外力が加わるような三次元形状の形成方法にも良好に適用することが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明の実施例を示す模式的断面図

【図2】 同上の平面図

【図3】 作業工程を段階的に示す図面のうち、第1段階の模式的断面図

【図4】 作業工程を段階的に示す図面のうち、第2段階の模式的断面図

【図5】 作業工程を段階的に示す図面のうち、第3段階の模式的断面図

【図6】 別の実施例を示す模式的断面図

【図7】 水平支持腕の詳細な構造を示す平面図

【図8】 支柱の構造による作用効果の違いを示す模式的説明図

【図9】 別の実施例を示す平面図

【図10】 同上の正面図

【図11】 従来方法を段階的に示す模式的断面図

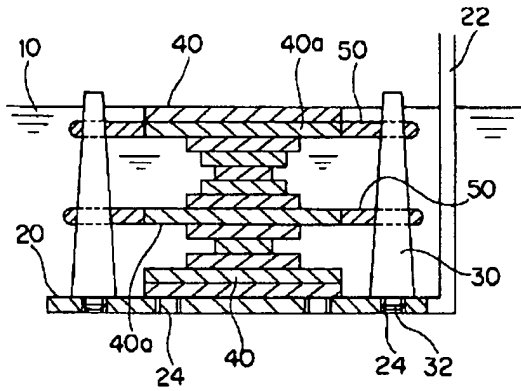
【符号の説明】

10 光硬化性樹脂液

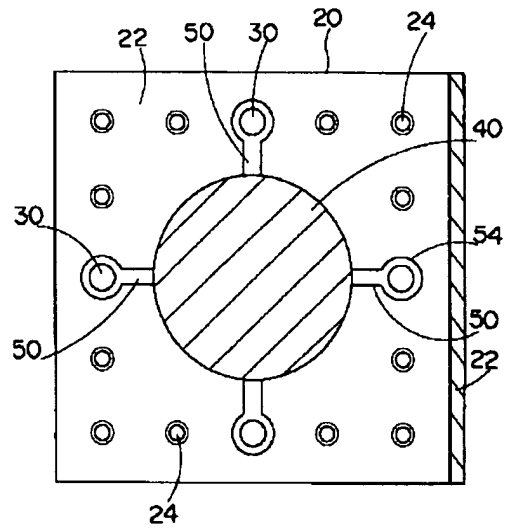
20 昇降台
30 支柱
40、40a 光硬化層

50 水平支持腕
60 レーザ光

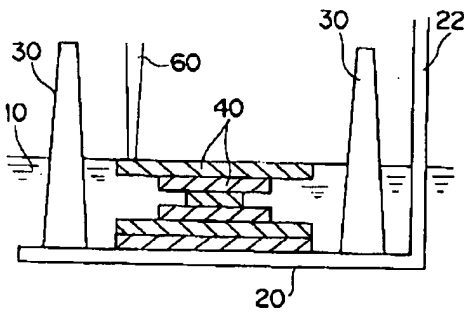
【図1】



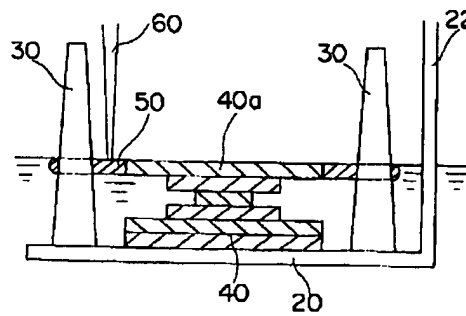
【図2】



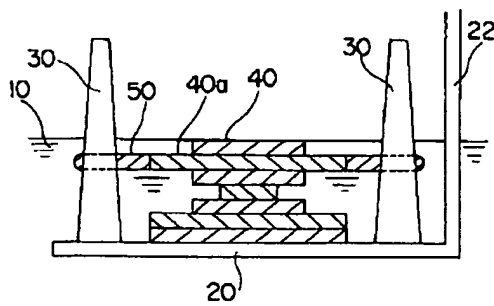
【図3】



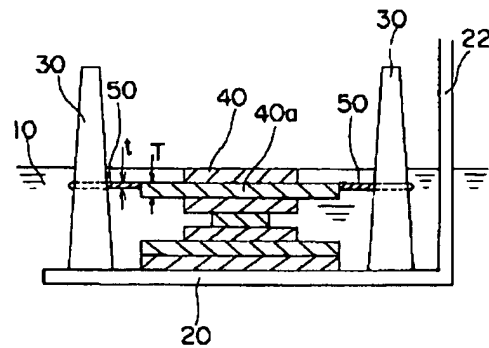
【図4】



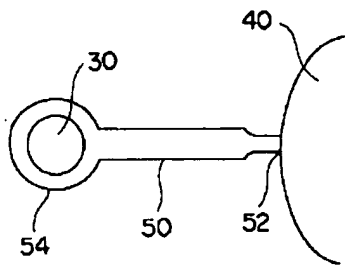
【図5】



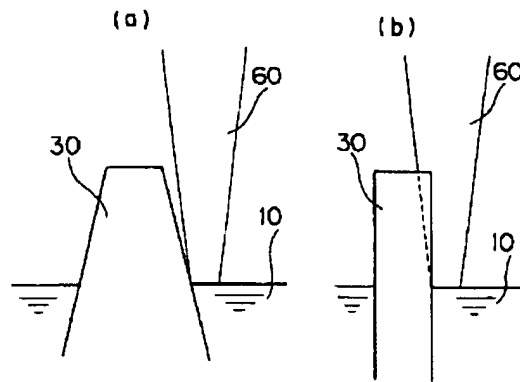
【図6】



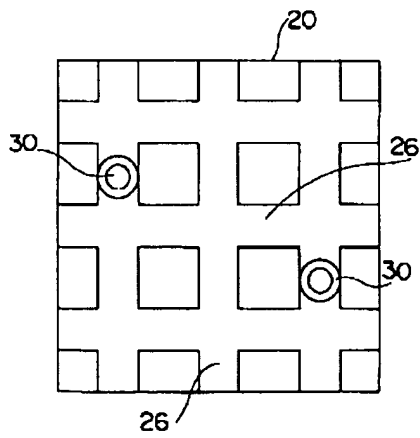
【図7】



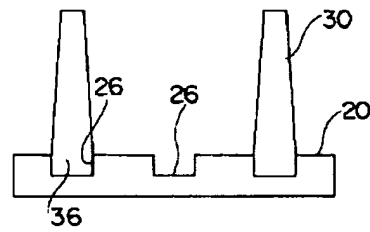
【図8】



【図9】



【図10】



【図11】

